

POTENCIAL FORRAJERO DE *Lotus corniculatus* L. CON DIFERENTES ESTRATEGIAS DE MANEJO

FODDER POTENTIAL OF *Lotus corniculatus* L. WITH DIFFERENT MANAGEMENT STRATEGIES

Álvarez-Vázquez, P.^{1*}, Hernández-Garay, A.^{1†}, García-de los Santos, G.¹, Guerrero-Rodríguez, J.D.², Mendoza-Pedroza, S.I.³, Ortega-Cerrilla, M.E.¹, Rojas-García, A.R.⁴, Wilson-García, C.Y.⁵

¹Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km. 36.5, Montecillo, Texcoco. CP 56230, Edo. de México. ²Colegio de Postgraduados-Campus Puebla. Carretera México-Puebla, Km. 125.5. C.P. 72760, Puebla, Puebla, México. ³Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Zootecnia. km 38.5 carretera. México - Texcoco. CP 56230, Chapingo, Estado de México. ⁴Universidad Autónoma de Guerrero. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2, CP 41940, Cuajimalpa, Guerrero, México. ⁵Universidad Autónoma Chapingo. Carretera San Luis Acatlán- Tlapa km. 5.5. Predio el Varal. C.P. 41630. San Luis Acatlán, Guerrero.

*Autor de correspondencia: alvarez.perpetuo@colpos.mx

RESUMEN

El estudio se realizó en Montecillo, Texcoco, Edo. de México, de septiembre de 2014 a septiembre de 2015. El objetivo fue estimar el potencial forrajero de *Lotus corniculatus* L., con diferentes estrategias de manejo, dependientes del porcentaje de luz interceptada (LI) y un corte fijo (CF) definido estacionalmente. Los tratamientos se establecieron en un diseño de bloques al azar, en parcelas divididas, con tres repeticiones. Entre tratamientos, no se presentaron diferencias en la acumulación anual de forraje, ni en las diferentes estaciones, a excepción de otoño, donde el CF rindió 43 % menos que el 100 % LI (3,386 vs 5,922 kg MS ha⁻¹). En la composición botánica y morfológica, entre tratamientos, solo el tallo presentó diferencias en la acumulación anual. La hoja aportó el 53 %, del rendimiento anual, seguido por el tallo (32 %), material muerto (8 %) y maleza (7%), con mayor rendimiento en primavera y menor en otoño. Los mayores valores de altura promedio anual se registraron con 100% de LI con 26 cm, principalmente en primavera y verano, mientras que las de menor valor se registraron en el CF con 23 cm, en invierno. *L. corniculatus* (cv: 260012), responde de forma adecuada al cosecharlo a porcentajes de intercepción luminosa y un corte fijo, donde la hoja es la que más aporta al rendimiento, principalmente en primavera, donde presenta relación con la mayor altura de la planta.

Palabras clave: Forrajes, estrategia de manejo, composición botánica y morfológica.



ABSTRACT

The study was carried out in Montecillo, Texcoco, Estado de México, from September 2014 to September 2015. The objective was to estimate the fodder potential of *Lotus corniculatus* L., with different management strategies, depending on the percentage of light intercepted (LI) and a fixed cut (FC) defined seasonally. The treatments were established in a random block design, with three repetitions. Between treatments, no differences were present in the annual accumulation of fodder, or in the different seasons, except for fall, when the FC yielded 43 % less than the 100 % LI (3,386 vs 5,922 kg MS ha⁻¹). In the botanical and morphological composition, between treatments, only the stem presented differences in annual accumulation. The leaf contributed 53 % of the annual yield, followed by the stem (32 %), dead material (8 %), and weeds (7 %), with higher yield in spring and lower in fall. The highest values of annual average height were found with 100 % of LI with 26 cm, mainly in spring and summer, while those of lowest value were found in the FC with 23 cm, in winter. *L. corniculatus* (cv: 260012) responds adequately when it is harvested at percentages of light interception and fixed cutting, where the leaf is the one that contributes most to the yield, primarily in spring, where there is a relation with higher plant height.

Keywords: Fodder, management strategy, botanical and morphological composition.

dad de una pradera es su capacidad de rebrote. Este proceso depende de condiciones ambientales, tales como la temperatura, humedad, fertilidad del suelo, luz y manejo (Difante *et al.*, 2009). El manejo de las especies forrajeras ha sido definido mediante la altura del dosel y cantidad de forraje (Matthew *et al.*, 1999). Sin embargo, existen otros criterios que se fundamentan en la cantidad de luz interceptada. Al respecto Montagner *et al.* (2012), establecieron que un punto óptimo de cosecha es cuando la pradera intercepta 95 % de luz, condición bajo la cual la competencia intra-específica por este factor es mínima y se obtiene un forraje de alto valor nutricional (DaCunha *et al.*, 2010). No obstante, en la literatura revisada, en *L. corniculatus*, no se encontraron investigaciones respecto a este criterio de manejo, por lo que el objetivo de este estudio fue determinar el potencial forrajero de *L. corniculatus*, genotipo 260012, con diferentes estrategias de manejo, dependientes del porcentaje de luz interceptada y un corte fijo definido estacionalmente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México (19° 29' N y 98° 53' O y 2250 m), de septiembre de 2014 a septiembre de 2015, en un clima templado sub-húmedo, con temperatura promedio de 15 °C y una precipitación anual acumulada de 500 mm (García, 2004). El suelo es de textura franco arenosa, ligeramente alcalino con pH de 7.1 (Ortiz, 1997). Los datos de precipitación y temperaturas se obtuvieron de la estación meteorológica de la Universidad Autónoma Chapingo, localizada a 2 km del área experimental. La precipitación anual acumulada fue de

INTRODUCCIÓN

Lotus corniculatus L., es una Fabaceae que tiene el potencial forrajero para convertirse en un cultivo principal en regiones templadas del mundo (Grant, 2009). El 90% del área mundial sembrada con especies de *Lotus*, es ocupada por *L. corniculatus* (Escaray *et al.*, 2012), principalmente en Estados Unidos, Australia, Chile y Argentina (Barbosa *et al.*, 2011). Su alta adopción en el mundo, la convierte en la especie más estudiada (Cuitiño, 2012). Sin embargo, en México en una fuente de forraje poco explorada (García *et al.*, 2014). Es una especie que expresa diferentes adaptaciones agronómicas, respecto a otras fabáceas templadas, que incluyen adaptaciones, tales como tolerancia a la inundación, sequía, a bajos niveles de fósforo, suelos ácidos y a suelos con altos niveles de Al y Mn (Guillen y Widdup, 2008), condiciones donde la alfalfa (*Medicago sativa* L.), trébol blanco (*Trifolium repens* L.) y trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) difícilmente prosperan (Grant, 2009). Es comparada con estas especies, por su calidad nutricional, por su contenido de proteína (20% promedio), bajos contenidos de celulosa y más carbohidratos no estructurales que la alfalfa (Cassida *et al.*, 2000). Adicionalmente, presenta taninos condensados que previenen el timpanismo en rumiantes y protegen la degradación de las proteínas en el rumen (Ayala y Carambula, 2009). Reportes de rendimiento de forraje, van de 10,000 a 13,300 kg MS ha⁻¹ (Ramírez-Restrepo *et al.*, 2006; Cárdenas *et al.*, 2007; Sartor *et al.*, 2010). Sin embargo, entre sus desventajas destacan; lento establecimiento inicial, no admite aprovechamientos intensos, cosechas frecuentes y baja persistencia y productividad (Ixtaina y Mujica, 2010). Moroso *et al.* (2007) mencionan que el factor principal que determina la productivi-

1,043 mm. Durante primavera y verano se presentaron las máximas precipitaciones y temperaturas, respecto a otoño e invierno (Figura 1).

Se utilizó una pradera de *L. corniculatus* (genotipo 260012), establecida el 14 de marzo de 2014, con 9 plantas m⁻², a 33 cm entre planta. Las plántulas se obtuvieron de plantas ya establecidas en bolsas de plástico en invernadero, en sustrato de suelo típico del lugar, sin fertilizar. Posterior al trasplante (13 semanas) se dio un pastoreo con ovinos y otro corte de uniformización al inicio del experimento (05 de septiembre de 2014), a 7 cm sobre el nivel del suelo. Las parcelas fueron regadas cada 15 días a capacidad de campo, en época de estiaje.

El área fue dividida en 12 parcelas de 16 m⁻² (4×4 m). Los tratamientos correspondieron a cortes cuando la pradera alcanzó porcentajes de luz interceptada (LI) de

un manejo similar al de la alfalfa (*M. sativa*). El diseño experimental fue bloques al azar con tres repeticiones. El monitoreo de la LI fue hecha a nivel del suelo (seis mediciones), usando un analizador de dosel AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer Modelo PAR 80 (Decagon Devices, USA). El rendimiento de forraje, fue determinado al cosechar el forraje presente en dos cuadros fijos (0.25 m²) establecidos al inicio del experimento por repetición y secado a 55 °C a peso constante en una estufa de aire forzado (Felisa, Mod. FE-243A). La composición botánica y morfológica (CBM), se estimó al tomar una sub-muestra (10% aproximado) del forraje cosechado, separando hoja, tallo, material muerto (material senescente) y maleza, y se calculó el aporte al rendimiento de cada componente (kg MS ha⁻¹). La altura de planta (cm) fue medida con una regla de 1 m, en 12 lecturas al azar por repetición. De esta, se calculó el rendimiento de forraje por cada cm de altura, al dividir

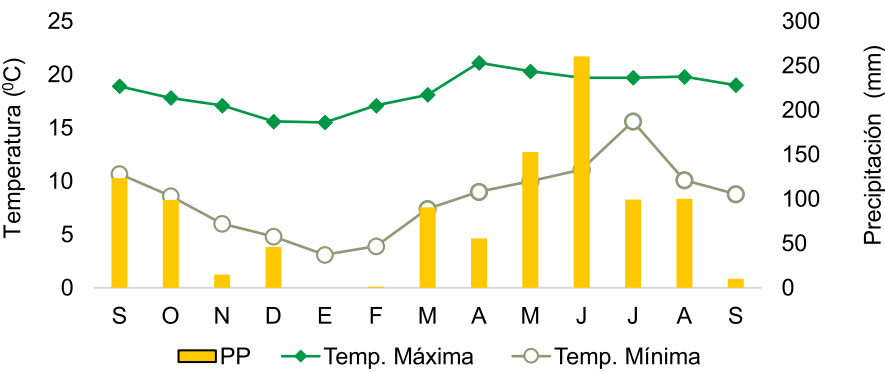


Figura 1. Temperatura media mensual máxima, mínima y precipitación acumulada mensual.

90, 95 y 100 % y un corte fijo (CF) definido por estación (primavera-verano 28, otoño 35 e invierno cada 42 día). Esta última frecuencia de corte fue relacionada de acuerdo a Cárdenas et al. (2007), quienes mencionan que es posible encontrar rendimientos mejores en

el rendimiento estacional acumulado entre la altura promedio estacional, entre el número de cortes (datos no presentados). Los datos por corte, fueron organizados por estación, promedios, y anual acumulado. Para determinar el efecto de la estación y tratamiento sobre el genotipo, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) mediante el procedimiento PROC GLM del SAS Institute (2009) y una comparación de promedios mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de forraje

No se presentaron diferencias ($p \geq 0.05$) en la acumulación anual de forraje, ni en las diferentes estaciones, a excepción de otoño (Cuadro 1), donde el rendimiento

Cuadro 1. Rendimiento de forraje (kg MS ha⁻¹) de *L. corniculatus*, genotipo 260012, en función de porcentajes de luz interceptada (LI) y un intervalo de corte fijo (CF°) definido estacionalmente.

LI (%)	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Anual	EEM
90	3885 ABb	5700 Aab	9080 Aa	8363 Aa	27028 A	164
95	4534 ABb	6882 Aab	8630 Aa	8969 Aa	29015 A	918
100	5922 Ab	6062 Ab	10075 Aa	8696 Aa	30755 A	572
CF°	3386 Bb	6735 Aa	7484 Aa	7063 Aa	24668 A	780
Promedio	4432 c	6345 bc	8817 a	8273 ab	27866	759
EEM	798	756	1619	1243	3854	798

Promedios con letra mayúscula diferente en una columna y letra minúscula diferente en una hilera son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$). EEM=error estándar medio, CF°=otoño: 35, invierno: 42, y primavera-verano: 28 días entre corte.

menor correspondió al corte fijo con 43% menos respecto al 100% LI (3,386 vs 5,922 kg MS ha⁻¹). Lo anterior, puede estar relacionado con un intervalo de cosecha menor del corte fijo (33 d) (datos no presentados), respecto al 100% de LI (45 d7). Moroso et al. (2007), obtuvieron mayores rendimientos de materia seca en los cultivares San Gabriel y ARS 2620, bajo un intervalo de corte de 30 d, respecto a uno de 7 d. Por otra parte, independiente del tratamiento, los mayores rendimientos promedios estacionales se presentaron en primavera (8,817 kg MS ha⁻¹) y los menores en otoño (4,432 kg MS ha⁻¹). Tal comportamiento puede explicarse por la relación estrecha entre la producción de forraje y las temperaturas óptimas (22 °C) para el crecimiento *Lotus*, en condiciones de campo (García et al., 2014). Tales temperaturas se presentaron en primavera (Figura 1). Un comportamiento estacional similar se presentó en cinco genotipos de *L. corniculatus*, (Scheffer et al., 2011). Al respecto, se han reportado distribuciones estacionales en *L. corniculatus* de 49, 25, 14 y 12 % para primavera, verano, invierno y otoño, concentrándose 74% en primavera y verano (Díaz et al., 1996).

Composición botánica y morfológica

Solo en tallo se presentaron diferencias ($p \leq 0.05$) en la acumulación anual por componente botánico y morfológico (Cuadro 2), donde el rendimiento menor correspondió al corte fijo con 5,954 kg MS ha⁻¹, respecto al 100% de LI con 10,883 kg MS ha⁻¹. Al respecto, Barbosa et al. (2011) mencionan que mantener el rebrote después de 95% de LI, conlleva mayor elongación de tallo en respuesta a la competencia por luz. En los rendimientos promedios

Cuadro 2. Rendimiento de forraje (kg MS ha⁻¹) anual y por componente botánico y morfológico de *L. corniculatus*, genotipo 260012, en función de porcentajes de luz interceptada (LI) y un intervalo de corte fijo (CF) definido estacionalmente.

LI (%)	Hoja	Tallo	MM	Maleza	EEM
90	13729 A	8918 AB	2581 A	1800 A	1877
95	15886 A	9238 AB	2036 A	1856 A	1604
100	14983 A	10883 A	2688 A	2200 A	1093
CF°	14345 A	6954 B	1101 A	2268 A	932
Promedio	14736 a	8998 b	2102 c	2031 c	910
EEM	2138	1428	960	795	

Promedios con letra mayúscula diferente en una columna y letra minúscula diferente en una hilera son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$). EEM=error estándar medio; CF°=otoño: 35, invierno: 42, y primavera-verano: 28 días entre corte. MM=Material muerto.

por componente, la hoja fue la que más aportó al rendimiento con promedio de 14,736 kg MS ha⁻¹, que representó 53%, del rendimiento anual, seguido por el tallo (32%), material muerto (8%) y maleza (7%). Si bien, la pradera presentó un mínimo de malezas, su presencia puede aumentar con el tiempo por efecto del tiempo de establecimiento y la frecuencia de corte (Teixeira et al., 2007).

Altura de planta

Hubo diferencias entre tratamientos y estaciones del año ($p \leq 0.05$) anualmente cuyos mayores valores se registraron con 100% de LI con 26 cm, mientras que, las alturas con valores menores fueron en el corte fijo con 23 cm. Estos resultados sugieren que praderas cosechadas con 100% de LI incrementan su altura en 12% más respecto al corte fijo por efecto de un intervalo de corte mayor (45 contra 33 días promedio anual; datos no presentados), lo que puede tener un efecto sobre el rendimiento de forraje (Villegas et al., 2004), ya que se ha relacionado el rendimiento con la altura de planta y con el hábito de crecimiento de la especie (Scheffer et al., 2011). Entre estaciones, la altura promedio estacional mayor se registró en primavera-verano con 28 cm, y en invierno la menor con 20 cm. Las alturas mayores de la planta se encontraron en las estaciones con las condiciones óptimas para el crecimiento y rendimiento de la especie (Figura 1; Cuadro 3). Resultados similares reportaron García et al. (2014) evaluando 12 genotipos de *L. corniculatus* en la misma zona. Es así que, la altura de la pradera da una idea del forraje producido. Por esto, al calcular la equivalencia de los mayores rendimientos estacionales y de los tratamientos, se obtuvo que cada cm de altura correspondió 133 y 136 kg MS ha⁻¹ corte⁻¹ para primavera y para el promedio de las intercepciones luminosas 90, 95 y 100% de LI, respectivamente.

CONCLUSIONES

L. corniculatus, genotipo 260012 responde mejor considerando el porcentaje de luz interceptada, respecto a un corte fijo. La hoja, fue el componente que más aportó al rendimiento de forraje, principalmente en la estación de primavera, seguida por el tallo, material muerto y maleza, y presenta la mayor relación con la mayor altura de la planta.

Cuadro 3. Altura de planta (cm) de *L. corniculatus*, genotipo 260012, en función de porcentajes de luz interceptada (LI) y un intervalo de corte fijo (CF) definido estacionalmente.

LI (%)	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Promedio	EEM
90	21 Bb	21 ABb	27 Aa	29 Aa	24 AB	1.6
95	21 Bb	21 ABb	27 Aa	28 Aa	24 AB	1.4
100	25 Abc	22 Ac	28 Aab	29 Aa	26 A	1.5
CF°	24 ABa	18 Bb	24 Aa	23 Ba	23 B	1.4
Promedio	23 b	20 c	27 a	29 a	25	1.3
EEM	1.5	1.2	1.5	1.6	1.0	

Promedios con letra mayúscula diferente en una columna y letra minúscula diferente en una hilera son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$). EEM=error estándar medio, CF°=otoño: 35, invierno: 42, y primavera-verano: 28 días entre corte.

LITERATURA CITADA

- Ayala W., Carámbula. 2009. El valor agronómico del género *Lotus*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Uruguay. 424 p.
- Barbosa R.A., Do Nascimento Jr., Vilela H.H., Da Silva C.S., Batista-Euclides P.V., Sbrissia F.A., Da Lana S.B. 2011. Morphogenic and structural characteristics of guinea grass pastures submitted to three frequencies and two defoliation severities. *Rev Bras Zootec*; 40(5): 947-954.
- Cárdenas R.E.A., Carulla J., Riveros Á., Pimentel J.C. 2007. Evaluación agronómica y productiva de una colección núcleo de variedades comerciales de *Lotus* para clima frío en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20: 652-653.
- Cassida K.A., Griffin T.S., Rodríguez J., Patching S.C., Hesterman O.B., Rust S.R. 2000. Protein degradability and forage quality in maturing alfalfa red clover, and birdsfoot trefoil, *Crop Sci.* 40: 209-215.
- Cuitiño M.J. 2012. Variedades criollas de *Lotus corniculatus* L. multiplicadas por productores: rendimiento de semilla y componentes que lo determinan. *Revista INIA*. 31: 5.
- Da Cunha B.A.L., Do Nascimento Jr., Silveira M.C.T., Montagner D.B., Bautista-Euclides V.P., Da Silva S.C., Sbrissia A.F., Rodrigues C.S., Sousa B.M.L., Pena K.S., Vilela H.H., Silva W.L. 2010. Effects of two post-grazing heights on morphogenic and structural characteristics of guinea grass under rotational grazing. *Tropical Grasslands*. 44: 253-259.
- Díaz L.J.E., García A.J., Rebuffo M. 1996. Crecimiento de leguminosas en la Estanzuela. *I.N.I.A*, 71: 12.
- Díante Dos-S.G., Do Nascimento Jr D., Batista-Euclides V.P., Da Silva S.C., Barbosa A.R., Concalves V.W. 2009. Sward structure and nutritive value of tanzania guineagrass subjected to rotational stocking managements. *Rev Bras Zootec*; 38 (1): 9-19.
- Escaray J.F., Menendez B.A., Garriza A., Pieckenstain L.F., Estrella J.M., Castagno N.L., Carrascoc P., Sanjuand J., Ruiza A.O. 2012. Ecological and agronomic importance of the plant genus *Lotus*. Its application in grassland sustainability and the amelioration of constrained and contaminated soils. *Plant Science* 182: 121 - 133.
- García B.D.V., Guerrero R.JD., García D.S.G., Lagunes R.S.A. 2014. Rendimiento y calidad de forraje de genotipos de *Lotus corniculatus* L., en el estado de México. *Nova Scientia*. 7 (13): 170-189.
- García E. 2004. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª. Edición. Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México. 217 p.
- Grant F.W. 2009. *Lotus corniculatus*. SciTopics. Canada. 2 p. http://www.scitopics.com/Lotus_corniculatus.html (Consultado el 02 de noviembre de 2017).
- Guillén R. and Widdup K. 2008. Program of improvement in *Lotus corniculatus* L.: Base Germplasm characterization. [Programa de mejoramiento en *Lotus corniculatus* L.: Caracterización del germoplasma base]. *Lotus Newsletter*. 38: 2 - 67.
- Ixtaina V.Y. and Mujica M.M. 2010. Seedling vigor response of *Lotus tenuis* populations to contrasting variations of water and nutrient availability, *Agrociencia* 44: 31 - 41.
- Maroso R.P., Scheffer-Basso S.M., Carneiro C.M. 2007. Rebrotas de *Lotus* spp. de diferentes hábitos de crecimiento. *Rev Bras Zootec*; 36: 1524-1531.
- Matthews P.N.P., Harrington K.C., Hampton J.G. 1999. Management of grazing systems. In: White, J.; Hodgson, J. (Eds.). *New Zealand pasture and crop science*. Auckland: Oxford University Press. pp: 153 - 174.
- Montagner D.B., Do-Nascimento Jr., Vilela H.H., Sousa M.L. B., Euclides-Bautista V.P., Da Silva C.S., Carlotto N.M. 2012. Tilling dynamics in pastures of guinea grass subjected to grazing severities under intermittent stocking. *Rev Bras Zootec*; 41 (3): 544-549.
- Ortiz S.C. 1997. Colección de Monolitos. Departamento de génesis de suelos. Edafología. IRENAT. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México. 123 p.
- Ramírez-Restrepo C.A., Barry T.N., López-Villalobos N., 2006. Organic matter digestibility of condensed tannin-containing *Lotus corniculatus* and its prediction *in vitro* using cellulase/hemicellulase enzymes. *Animal Feed Science and Technology*. 125: 61-71.
- Sartor L.R., Adami P.F., Soares A.B., Pitta C.S.R., Montardo D.P., M. Dall'Agnol. 2010. Cool season forage legumes in southwestern of Paraná. *Sci. Agr.* 11: 293 -298.
- SAS, Institute. 2009. SAS/STAT® 9.2. Use's Guide Release. Cary, NC: SAS Institute Inc. USA.
- Scheffer BMS, Brustolin R., Dall AM. 2011. Performance of *Lotus corniculatus* L. genotypes submitted to cutting interval: subsidies to a breeding program. *Rev Bras Zootec*; 40(8):1645-1650.
- Teixeira E.I., Derrick J.M., Hamish E.B., Andrew L.F. 2007. The dynamics of lucerne (*Medicago sativa* L.) yield components in response to defoliation frequency. *Europ. J. Agronomy*. 26: 394-400.
- Villegas A.Y., Hernández G.A., Pérez P.J., López C.C., Herrera H.J.G., Enríquez Q.J.F., Gómez V.A. 2004. Patrones estacionales de crecimiento de dos variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Téc Pec Méx*; 42(2): 145-158.